

## **ПРИМЕНЕНИЕ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ**

Леонтьев Д.В.<sup>1\*</sup>, Ищенко А.В.<sup>1</sup>, Емельянов В.В.<sup>1</sup>,  
Булавинцева Т.С.<sup>2</sup>, Гетте И.Ф.<sup>2</sup>, Данилова И.Г.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт иммунологии и физиологии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [donshinigami1@mail.ru](mailto:donshinigami1@mail.ru)

## **ATOMIC FORCE MICROSCOPY FOR ERYTHROCYTE RESEARCH IN EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS**

Leontev D.V.<sup>1\*</sup>, Ishchenko A.V.<sup>1</sup>, Emelyanov V.V.<sup>1</sup>,  
Bulavintseva T.S.<sup>2</sup>, Gette I.F.<sup>2</sup>, Danilova I.G.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Immunology and Physiology of Ural Department of RAS,  
Yekaterinburg, Russia

The morphology of erythrocytes in experimental diabetes mellitus by atomic force microscopy was evaluated. Significant changes on the surface of erythrocytes in the form of echinocyte formation were founded.

В современном мире сахарный диабет (СД) получил пандемическое распространение. Так, по данным Международной Федерации Диабета (IDF), число больных СД в мире превысило 300 миллионов человек. Ведущей причиной инвалидизации и смертности больных СД являются сосудистые осложнения заболевания. Оценке состояния стенки сосудов различного калибра, микроциркуляции и реологии крови при СД посвящено большое число работ. Особую актуальность приобретает исследование механизмов развития сосудистых осложнений СД с применением современных высокотехнологичных методов. Атомно-силовая микроскопия (АСМ) представляет собой метод регистрации силового взаимодействия между поверхностью и образцом, позволяющий получить трёхмерный рельеф поверхности.

В данном исследовании методом АСМ изучалась топография эритроцитов крыс при экспериментальном СД. Заболевание моделировали путем введения животным аллоксана, в результате чего развивалась гипергликемия, в 5-6 раз превышавшая норму, и выраженная клиническая картина СД. Препараты крови были получены от крыс с экспериментальным СД и здоровых животных (контрольная группа) спустя 1 месяц от начала эксперимента. Мазки крови готовили на подложке из свежесколотой слюды. Исследование проводилось в воздушной среде на микроскопе Интегра Максима (НТ-МДТ), полуконтактным методом,

кантилевером марки NSG03 Golden Silicon Probes при частоте колебаний 90 кГц.

Изображения рельефа поверхности, полученные в результате сканирования подготовленных образцов, приведены на рис. 1. Эритроциты здоровых крыс (рис. 1, а) имели типичную для данного вида животных форму и размеры, не наблюдалось каких-либо нарушений их морфологии в целом.

Эритроциты особей с экспериментальным СД (рис. 1, б) имели неровную поверхность, их мембрана образовывала шиповидные выросты. Доля таких клеток (эхиноцитов) составляла до 50% всех исследованных эритроцитов.

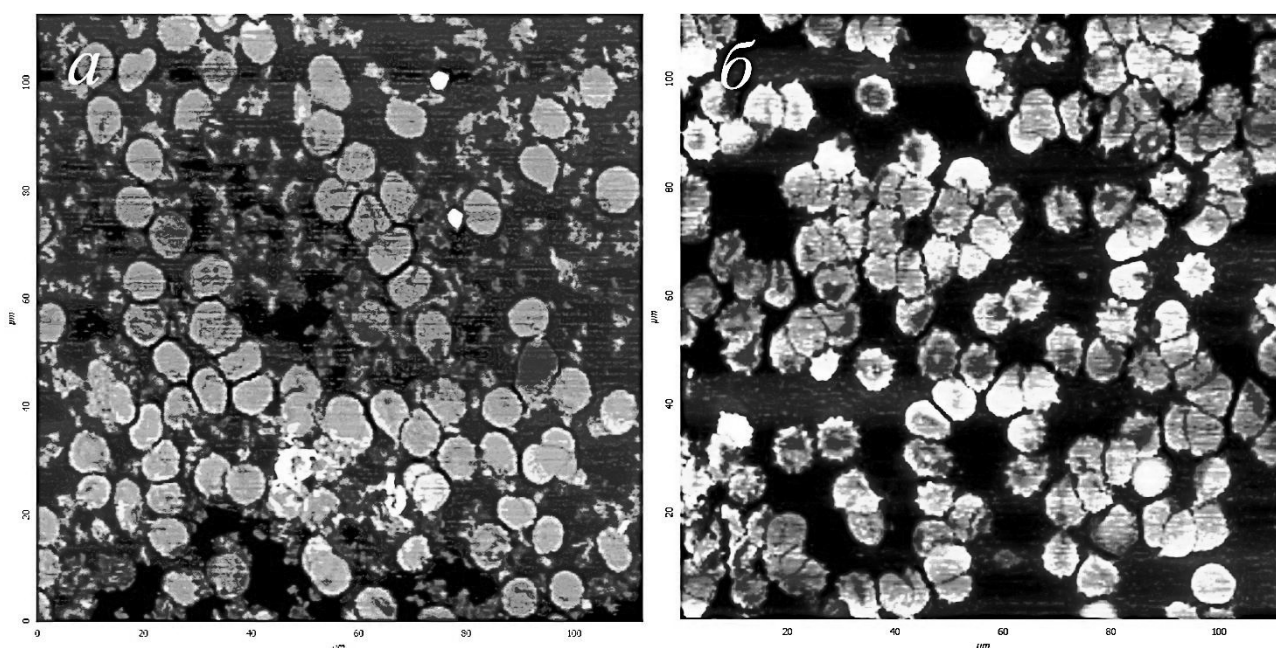


Рис. 1. Снимки топографии эритроцитов здоровых крыс (а) и животных с экспериментальным СД (б). Размер кадра 115\*115 мкм

В немногочисленной литературе, посвященной применению АСМ для оценки морфологии эритроцитов при СД у человека, не было отмечено столь грубого нарушения морфологии клеток [1, 2]. Полученные результаты мы связываем с выраженной гипергликемией, вызывающей выход воды из клеток по законам осмоса, а также с дефектами белков мембраны и цитоскелета эритроцитов, дефицитом АТФ и нарушением работы мембранных АТФ-аз в результате гликирования белков.

1. A.V. Buys, M.-J. Van Rooy, P. Soma, D. Van Papendorp, B. Lipinski. Pretorius Changes in red blood cell membrane structure in type 2 diabetes: a scanning electron and atomic force microscopy study, Cardiovascular Diabetology, V.12, №25, 2–6 (2013).
2. M. Fornal, M. Lekka, G. Pyka-Fosciak, K. Lebed, T. Grodzicki, B. Wizner, J. Styczen Erythrocyte stiffness in diabetes mellitus studied with atomic force microscope, Clinical Hemorheology and Microcirculation, V. 35, 273–276 (2006).